

15

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : **2 535 922**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **82 18479**

(51) Int Cl<sup>3</sup> : H 02 K 1/16.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

(22) Date de dépôt : 4 novembre 1982.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 19 du 11 mai 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(71) Demandeur(s) : *MORSCHAKOV Nikolai Alexandrovich et  
MAKAROV Felix Konstantinovich.* — SU.

(72) Inventeur(s) : Nikolai Alexandrovich Morschakov et Felix  
Konstantinovich Makarov.

(73) Titulaire(s) :

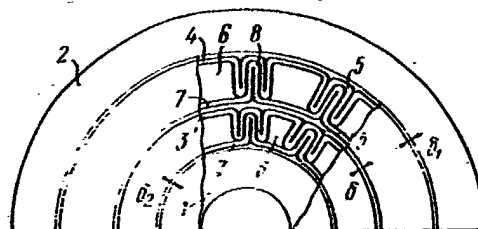
(74) Mandataire(s) : Marc-Roger Hirsch.

(54) Circuit magnétique pour machine électrique en plusieurs pièces distinctes assemblées.

(57) L'invention s'applique dans le domaine de l'électrotech-  
nique, en particulier, aux circuits magnétiques en plusieurs  
pièces distinctes assemblées pour des machines électriques.

Le circuit magnétique comporte des culasses 1, 2 et des  
zones dentées plissées 3, 4 réalisées en une bande continue  
de matériau ferromagnétique munies de dents 5 et d'encoches  
6 pour recevoir l'enroulement. Le circuit magnétique comporte  
aussi un élément d'assemblage 7 disposé du côté de la partie  
ouverte des encoches 6.

Application aux circuits magnétiques des moteurs électri-  
ques asynchrones ou à courant continu.



PH 2 535 922 - A1

CIRCUIT MAGNETIQUE POUR MACHINE ELECTRIQUE  
EN PLUSIEURS PIECES DISTINCTES ASSEMBLEES

La présente invention s'applique, dans le domaine de l'électrotechni-  
5 que, à un circuit magnétique pour machines électriques réalisé en plusieurs  
pièces distinctes.

L'invention peut s'appliquer aux circuits magnétiques des machines  
asynchrones et aussi à ceux des machines à courant continu.

On connaît un stator de machine électrique (brevet américain  
10 n° 3983435) qui comporte une culasse et une zone dentée, constituée d'une  
bande continue de matériau ferromagnétique repliée à la façon d'une gaufre.  
Les dents de la zone dentée sont formées de nervures et les intervalles  
entre les dents constituent des encoches dans lesquelles est placé un en-  
roulement. Le stator possède une zone dentée plissée, dotée d'encoches  
15 ouvertes du côté de l'entrefer. Les dents sont constituées au moins par  
deux nervures entre lesquelles est ménagé un intervalle dans lequel on  
dispose des joints spéciaux qui ferment l'encoche après la mise en place  
de l'enroulement. Cette construction ne présente pas une rigidité tangen-  
tielle suffisante des dents du côté de l'encoche ouverte par rapport à la  
20 rigidité tangentielle de la même dent du côté opposé où le déplacement  
tangentiel est limité par un entredent servant de fond d'encoche. En  
outre, le joint spécial peut se déplacer dans le sens radial vers le  
rotor (induit) tournant ce qui nécessite de le fixer spécialement aux  
nervures des dents de la zone dentée plissée.

25 Il existe également un circuit magnétique pour machine électrique  
réalisé en plusieurs pièces distinctes (brevet britannique n° 1524638)  
qui comporte une culasse et une zone dentée plissée réalisée en une  
bande continue de matériau ferromagnétique formant des dents laissant,  
entre elles, des intervalles qui servent d'encoches pour y loger l'en-  
30 roulement. Les encoches sont fermées et la culasse est en une bande

ferromagnétique continue enroulée en spirale.

Une telle structure n'a pas suffisamment de rigidité tangentielle pour les dents situées du côté de l'encoche ouverte et possède une réluctance élevée à la jonction entre l'embout de dent et la culasse, ce  
5 qui pèjore les paramètres énergétiques de la machine. En outre, un tel circuit magnétique ne permet pas de réaliser la zone dentée en un ensemble autonome rigide sans nécessiter de liaison avec la culasse. Ceci ne permet pas de réaliser, dans certains cas, par exemple pour un rotor en court-circuit d'une machine asynchrone, un usinage mécanique des surfaces d'a-  
10 justement intérieures et extérieures pour les rendre cylindriques.

L'un des buts de l'invention est de réaliser un circuit magnétique en plusieurs pièces distinctes assemblées pour une machine électrique et dans lequel l'introduction d'un nouvel élément d'assemblage permette d'augmenter la rigidité de la structure, d'améliorer les paramètres éner-  
15 gétiques, c'est-à-dire, d'enlever le rendement et le coefficient de puissance de la machine électrique ( $\cos \phi$ ) grâce à la réduction de l'entrefer moyen.

A cet effet, le circuit magnétique en plusieurs pièces distinctes assemblées pour machine électrique et qui comporte une culasse et une  
20 zone dentée plissée réalisée en une bande continue d'un matériau ferromagnétique avec des dents présentant des intervalles entre elles et délimitant des encoches pour y loger l'enroulement, est caractérisé en ce qu'il comporte un élément d'assemblage disposé du côté de la partie ouverte des encoches de la zone dentée plissée et qui limite le déplacement  
25 tangentiel des dents, cet élément étant réalisé en une bande continue d'un matériau ferromagnétique fixée rigidement à la zone dentée plissée.

Il est utile que la bande dudit élément d'assemblage soit plissée de façon à former des dents d'élément d'assemblage dont le nombre et la hauteur soient égaux à ceux des dents de la zone dentée, que chaque dent  
30 de la zone dentée soit constituée d'au moins deux nervures ménageant un intervalle entre elles et dans lequel pénétre la dent de l'élément d'assemblage ayant une surface commune de contact avec les nervures des dents de la zone dentée plissée.

Il est également avantageux que la bande de l'élément d'assemblage  
35 soit plissée de façon que chaque dent de l'élément d'assemblage soit constituée de deux nervures, alors que la hauteur de ses dents est inférieure à la hauteur des dents de la zone dentée plissée et qu'entre les nervures des dents de l'élément d'assemblage reste un intervalle dans lequel pénétre la

dent de la zone dentée plissée ayant une surface commune de contact avec les nervures des dents de l'élément d'assemblage.

L'élément d'assemblage peut comporter une encoche d'assemblage qui entoure les parties terminales de la zone dentée gaufrée.

- 5 La bande de l'élément d'assemblage peut comporter des encoches ou rainures dont la section correspond à celle des sommets des dents de la zone dentée plissée et présenter une surface commune de contact avec ces sommets de dents.

- 10 Il est également possible que les sommets des dents de l'élément d'assemblage comportent des échancrures ou encoches dont la hauteur soit supérieure à l'épaisseur de la bande du matériau ferromagnétique, et la largeur, inférieure à la longueur de la nervure de la dent de l'élément d'assemblage. La bande en matériau ferromagnétique de l'élément d'assemblage et la bande en matériau ferromagnétique de la zone dentée plissée  
15 peuvent présenter des largeurs différentes.

- La présente invention permet ainsi d'augmenter la rigidité de la structure, d'améliorer les paramètres énergétiques tels que le rendement et le coefficient de puissance grâce à la réduction de la réluctance de la zone de liaison entre les dents et la culasse par suite de la diminu-  
20 tion de l'entrefer d'assemblage moyen entre les dents et la culasse.

De plus, la présente invention permet de réaliser la zone dentée comme un ensemble constructif autonome ce qui permet de lui donner, par usinage mécanique, une forme cylindrique régulière.

- D'autres buts, avantages et caractéristiques apparaîtront à la  
25 lecture de la description d'un mode de réalisation de l'invention faite à titre non limitatif et en regard du dessin annexé où:

- la figure 1 représente une coupe transversale d'une moitié d'un circuit magnétique selon l'invention réalisé en plusieurs pièces séparables d'une machine électrique où  
30 chaque élément du circuit magnétique présente la forme d'une bande continue plissée en un matériau ferromagnétique et où la hauteur des dents est égale à la hauteur des plis de la zone plissée, conformément à l'invention;

- 35 - la figure 2 représente une partie de l'assemblage de la zone plissée à un élément d'assemblage en bande continue plissée dont la hauteur des dents est inférieure à la hauteur des plis de la zone plissée, conformément à l'invention;

- 5 - la figure 3 représente un assemblage à raccordement jointif de la zone dentée et plissée avec un élément d'assemblage réalisé sous la forme d'une bande continue plissée dont la hauteur des dents est égale à la hauteur des dents de la zone dentée et plissée, conformément à l'invention;
- 10 - la figure 4 représente un assemblage à raccordement jointif de la zone dentée et plissée avec l'élément d'assemblage réalisé sous la forme d'une bande continue plissée dont la hauteur des dents est inférieure à la hauteur des dents de la zone dentée et plissée, conformément à l'invention;
- 15 - la figure 5 représente un assemblage à raccordement jointif de la zone dentée et plissée avec l'élément d'assemblage réalisé sous la forme d'une bande continue plissée dont la hauteur des dents latérales est inférieure et celle des dents médianes est égale à la hauteur des dents de la zone dentée et plissée, conformément à l'invention;
- 20 - la figure 6 représente une nervure de l'élément d'assemblage dotée d'une échancrure, conformément à l'invention;
- 25 - la figure 7 représente un assemblage de la zone dentée avec l'élément d'assemblage réalisé sous la forme d'une bande continue avec des rainures ayant une forme correspondant à celle des sommets de dents de la zone dentée et plissée, conformément à l'invention;
- la figure 8 représente un élément d'assemblage réalisé sous la forme d'une bande continue avec des rainures ayant une forme correspondant à celle des sommets des dents de la zone dentée et plissée, en perspective, selon l'invention.

30 Le circuit magnétique en plusieurs pièces distinctes assemblées d'une machine électrique comporte une culasse 1 (fig. 1) de rotor et une culasse 2 de stator.

Une zone dentée 3 de rotor et une zone dentée de stator 4 sont réalisées en plissant une bande continue de matériau ferromagnétique. Entre 35 la zone dentée 3 du rotor et la zone dentée 4 du stator est prévu l'entrefer utile  $\delta$ .

On entend sous le terme de circuit magnétique en plusieurs pièces distinctes assemblées un circuit magnétique dont les zones dentées 3, 4

et leurs culasses 1, 2 sont séparées par un entrefer de montage  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  dû au fait que les zones dentées 3, 4 et les culasses 1, 2 sont fabriquées à partir de différentes pièces brutes en matériau magnétique. Au cours de la fabrication d'un tel circuit magnétique, il ne se produit  
5 pratiquement pas de chutes de métal comme au cours de l'emboutissage des tôles du circuit magnétique dans les machines classiques à circuit magnétique massif.

Des dents 5 de la zone dentée 3 entourent des encoches 6 dans lesquelles on peut installer des enroulements qui ne sont pas représentés  
10 sur le dessin. Lorsqu'une dent d'un élément de support 7 comporte une seule nervure 8, les dents 5 de la zone dentée 3 qui l'entourent sont réalisées avec deux nervures qui représentent entre elles un intervalle dans lequel on peut loger la nervure 8. L'élément de support de rotor 7 est réalisé en  
15 une bande continue plissée formée dans une tôle en un matériau ferromagnétique. Le nombre et la hauteur des dents de l'élément 7 sont égaux au nombre et à la hauteur des dents 5 de la zone dentée 3.

L'élément de support 7 est disposé du côté de la partie ouverte des encoches 6 de la zone dentée plissée 3, de façon à immobiliser les dents 5 et est rigidement fixé à la zone dentée plissée 3 par emboîtement  
20 de ses dents à l'intérieur d'un couple de dents 5. Les intervalles entre les nervures des dents 5 reçoivent, en effet, les dents de l'élément constructif 7 ayant une surface commune de contact avec les nervures des dents 5 de la zone dentée plissée 3.

Si la zone dentée 3 (fig. 2) a des dents 5 sans intervalles entre  
25 les nervures, la dent de l'élément d'assemblage 7 présente un intervalle entre des nervures 8 et est réalisée avec au moins deux nervures 8.

La hauteur des dents de l'élément d'assemblage 7 est inférieure à la hauteur des dents 5 de la zone dentée plissée 3 et les intervalles entre les nervures 8 reçoivent les dents 5 ayant une surface commune de  
30 contact avec les nervures 8.

Un assemblage rigide des embouts 9 (fig. 3) de la zone dentée plissée 4 et des embouts 10 de l'élément constructif 7, d'après la variante de réalisation représentée sur la figure 1, peut être réalisé à l'aide d'une encoche d'assemblage spéciale formée par les nervures 8 de l'élément constructif 7. En ce cas, les embouts 10 de l'élément constructif  
35 7 sont entourés par la dent 5 de la zone dentée 4 et les embouts 9 de la zone dentée 4 sont entourés par l'encoche d'assemblage de l'élément d'assemblage 7.

Pour la variante de réalisation représentée sur la figure 2, l'assemblage rigide des embouts 9 (fig. 4) de la zone dentée 4 peut se faire en les entourant avec l'encoche formée par les nervures 8.

Les embouts 9 de la zone dentée 4 peuvent être entourés par deux  
5 encoches d'assemblage formées par les nervures 8 et les embouts 10 de l'élément constructif 7.

Afin de réduire les pertes énergétiques par effet d'écran des fuites magnétiques, l'élément d'assemblage 7 (fig. 1) présente des sommets de dents dotés d'échancrures spéciales 11 (fig. 6) dont la hauteur  $h$  est  
10 supérieure à l'épaisseur  $\Delta$  de la bande et la largeur  $L$  est inférieure à la longueur  $L_a$  de la nervure 8 de la dent de l'élément constructif 7.

Pour des petites machines, l'élément d'assemblage 7 (fig. 7) peut être réalisé sous la forme d'une bande continue en un matériau ferromagnétique qui comporte des rainures 12 dont la section correspond à celle  
15 des sommets des dents 5 des zones dentées plissées 3, 4 et ayant une surface commune de contact avec ces sommets. Ceci permet de réduire les entrefers de montage moyens  $\delta_1$  et  $\delta_2$  entre les dents 5 et les culasses 1, 2 sans faire appel à un usinage mécanique des sommets des dents 5 des zones dentées 3, 4 ( $\delta_1$  étant l'entrefer de montage entre la zone dentée 4 et la  
20 culasse 2 du stator et  $\delta_2$  l'entrefer de montage entre la zone dentée 3 et la culasse 1).

Sur la figure 8 est représenté en perspective l'élément de montage 7 sous la forme d'une bande continue dotée d'encoches 12 dont la section correspond à celle des sommets des dents 5 (fig. 7).

25 Afin d'obtenir une rigidité suffisante de la zone dentée 4 pour permettre son accouplement avec l'élément d'assemblage 7 et de réduire les pertes qui s'y produisent, l'épaisseur de la bande du matériau ferromagnétique de l'élément d'assemblage 7 diffère de l'épaisseur de la bande en matériau ferromagnétique de la zone dentée 4.

30 Pour les machines à rotors à cage dont les circuits magnétiques sont garnis d'enroulements en bobines de fils placées dans les encoches 6 (fig. 1) après l'assemblage rigide des zones dentées 3, 4 avec l'élément d'assemblage 7, le montage du circuit magnétique s'effectue de la manière suivante. Au préalable, les zones dentées 3, 4 sont disposées dans un  
35 montage de diamètre supérieur à leurs diamètres finaux et enroulées en un anneau. L'élément d'assemblage 7 est ensuite introduit du côté frontal des zones dentées 3, 4 en respectant un positionnement prédéterminé des zones d'assemblage à raccordement jointif des éléments à réunir. Ensuite,

les zones dentées 3, 4 et l'élément d'assemblage 7 sont mis sous presse pour obtenir le diamètre de service voulu. Afin de prévenir un désaccouplement des zones dentées 3, 4 d'avec l'élément d'assemblage 7, on peut, après leur assemblage, les coller ou les souder, ou les fixer par un  
5 bandage appliqué sur leur surface extérieure. Les zones dentées 3, 4 et l'élément d'assemblage 7 sont alors prêts à recevoir l'enroulement logé dans les encoches 6. Si besoin est, leurs surfaces intérieure et extérieure peuvent subir un usinage mécanique avant la mise en place de l'enroulement. L'usinage mécanique des zones dentées 3, 4 et de l'élément  
10 d'assemblage 7 assemblés peut aussi s'effectuer après la mise en place et l'imprégnation de l'enroulement.

Après leur assemblage, les zones dentées 3, 4 sont placées dans le circuit magnétique. On doit rappeler qu'il est nécessaire d'installer une garniture d'isolement (non représentée sur le dessin) dans l'entrefer de  
15 montage  $\delta_1$  entre la culasse 2 et sa zone dentée 4 pour réduire les pertes et fuites magnétiques par effet d'écran du stator des machines à courant alternatif. Dans le rotor à courant alternatif, la pose d'une garniture d'isolement n'est pas obligatoire dans l'entrefer de montage  $\delta_2$  car la fréquence du courant qui parcourt le rotor est faible en service normal.

20 Pour les machines dans lesquelles il est impossible de disposer l'enroulement lorsque l'élément d'assemblage 7 est en place, l'assemblage du circuit magnétique s'effectue dans l'ordre suivant.

Les zones dentées 3, 4 sont disposées dans un montage (on peut aussi les installer directement sur le circuit magnétique), puis on dis-  
25 pose l'enroulement dans les encoches 6 et on met en place l'élément constructif 7.

Pour les variantes d'exécution de l'élément d'assemblage 7 suivant les figures 2 et 7, cet élément d'assemblage 7 bouclé sur lui-même est introduit du côté frontal des zones dentées 3, 4, et pour la variante  
30 suivante la figure 1, l'élément d'assemblage 7 est mis en place par introduction radiale successive de ses dents dans l'espace compris entre les nervures de la dent 5 des zones dentées 3, 4. La fixation des zones dentées 3, 4 et de l'élément d'assemblage 7 assemblés se fait par l'un des procédés proposé pour la première méthode d'assemblage.

35 L'élément d'assemblage 7 réalisé en une bande continue confère non seulement une grande rigidité aux zones dentées 3, 4, mais également diminue la réluctance de la zone comprise entre les dents 5 et les culasses 1, 2 grâce à une plus grande surface de contact des dents 5 des zones



dentées 3, 4 avec les culasses 1, 2 à travers l'élément d'assemblage 7 et à la réduction de l'entrefer utile  $\delta$  et des entrefers de montage  $\delta_1$  et  $\delta_2$ , ce qui améliore les paramètres énergétiques et le rendement de la machine en fonctionnement.

- 5        Ainsi, la présente invention permet d'augmenter la rigidité constructive du circuit magnétique réalisé en plusieurs pièces distinctes assemblées et d'améliorer les paramètres énergétiques de la machine, c'est-à-dire d'augmenter son rendement et son coefficient de puissance ( $\cos \phi$ ).

- 10        Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés et elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art, sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention.

REVENDEICATIONS

1.- Circuit magnétique pour machine électrique réalisé en plusieurs pièces distinctes assemblées et qui comporte une culasse et une zone dentée plissée en une bande continue de matériau ferromagnétique avec des  
5 dents présentant des intervalles entre elles et délimitant des encoches pour recevoir l'enroulement de la machine électrique, caractérisé en ce qu'il comporte un élément d'assemblage (7) disposé du côté de la partie ouverte des encoches (6) de la zone dentée plissée (3), limitant le déplacement tangentiel des dents (5) et réalisé en une bande continue de  
10 matériau ferromagnétique fixée rigidement à la zone dentée plissée (3).

2.- Circuit magnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la bande de l'élément d'assemblage (7) est plissée de façon que le nombre et la hauteur des dents de l'élément d'assemblage (7) soient égaux respectivement au nombre et à la hauteur des dents (5) de la zone  
15 dentée plissée (3), chaque dent (5) de la zone dentée (3) étant réalisée avec au moins deux nervures ménageant un intervalle entre elles et dans lequel pénètre la dent de l'élément d'assemblage (7) ayant une surface commune de contact avec les nervures des dents (5) de la zone dentée plissée (3).

20 3.- Circuit magnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la bande de l'élément d'assemblage (7) est plissée de façon que chaque dent de l'élément d'assemblage (7) soit réalisée avec au moins deux nervures (8), la hauteur de ses dents étant inférieure à la hauteur des dents (5) de la zone dentée plissée (3) et qu'entre les nervures (8)  
25 des dents de l'élément constructif (7) il y ait un intervalle dans lequel pénètre la dent (5) de la zone dentée plissée (3) ayant une surface commune de contact avec les nervures (8) des dents de l'élément d'assemblage (7).

4.- Circuit magnétique selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que l'élément d'assemblage (7) comporte une encoche  
30 d'assemblage qui entoure les embouts terminaux de la bande dentée plissée.

5.- Circuit magnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la bande de l'élément d'assemblage (7) comporte des encoches (12) dont la section correspond à celle des sommets des dents (5) de la zone dentée plissée (3) et présente une surface commune de contact avec ces  
35 sommets de dents.

6.- Circuit magnétique selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les sommets des dents de l'élément d'assemblage (7) comportent des encoches (11) dont la hauteur (h) est supérieure à l'épaisseur ( $\Delta$ ) de la bande du matériau ferromagnétique et la largeur (L) est infé-

2535922

10

rieure à la longueur ( $L_a$ ) de la nervure (8) de la dent de l'élément d'assemblage (7).

7.- Circuit magnétique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la bande en matériau ferromagnétique de l'élément  
5 d'assemblage (7) et la bande ferromagnétique de la zone dentée plissée (3) ont une épaisseur différente.

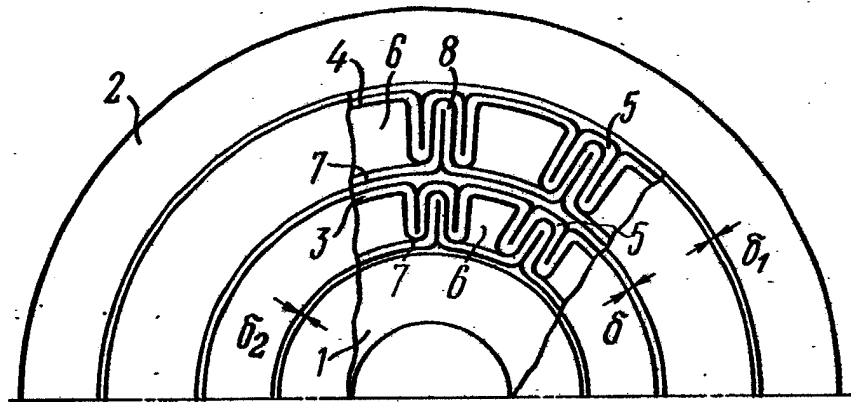


FIG. 1

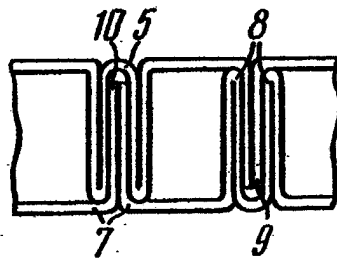


FIG. 3

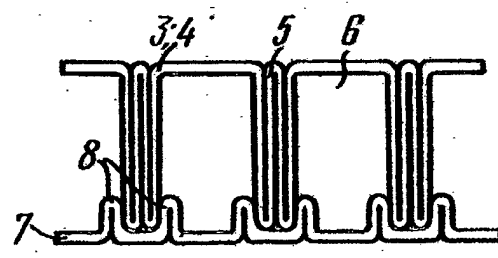
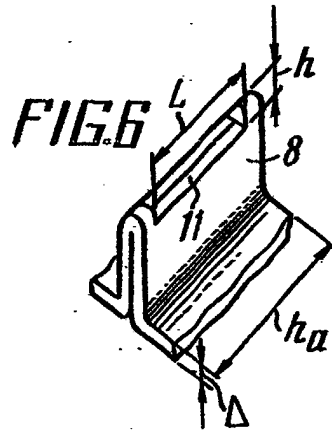
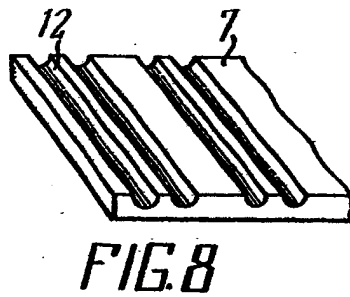
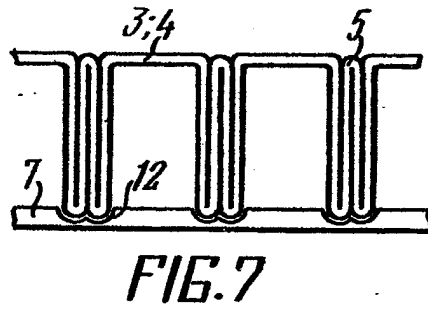
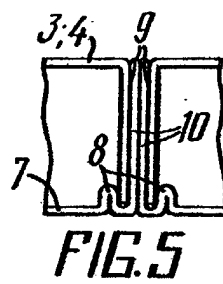


FIG. 2



DERWENT-ACC-NO: 1984-148206  
DERWENT-WEEK: 198424  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Magnetic circuit assembly for electrical rotary machine - uses several toothed sections supported by yokes providing rigid stator and rotor assembly

INVENTOR: MAKAROV, F K

PATENT-ASSIGNEE: MORSCHAKOV N A [MORSI]

PRIORITY-DATA: 1982FR-0018479 (November 4, 1982)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO		PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC		
FR 2535922 A		May 11, 1984	N/A
010	N/A		
SE 8206248 A		June 4, 1984	N/A
000	N/A		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
FR 2535922A	N/A	1982FR-0018479
November 4, 1982		

INT-CL\_(IPC): H02K001/16  
ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2535922A

BASIC-ABSTRACT:

The magnetic circuit has several toothed sections supported between stator (1) and rotor (2) yokes to form an air gap (delta). The toothed sections (3,4) are formed by bending continuous strips of ferromagnetic material in a regular shape of teeth (5) spaced by slots (6) in which the windings are embedded.

An assembly element is provided (7) which is similarly shaped from strips of ferromagnetic material with equal numbers of teeth (8) having

the same height  
as the first teeth (5) provided in sections (3,4). Each  
assembly element (7)  
on the side facing of the slots of each toothed section by  
inserting teeth (8)  
in the gaps provided by the ribs of teeth (5) to form a  
tightly interlocked and  
rigid assembly.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/8

DERWENT-CLASS: V06 X11

EPI-CODES: V06-M07; X11-J01;